

Н.М. Мухин, В.Г. Дедюхин, Т. Л. Воробьева  
(Уральская государственная лесотехническая академия)

# ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ И ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ОБРАЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНОГО ПЛАСТИКА БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩЕГО (ДП-БС)

Исследована кинетика образования древесного пластика ДП-БС (древесные частицы из отходов деревообработки без добавления связующих) по методу деформирования образца-диска между плоскопараллельными плитами. Показано, что процесс образования пластика протекает в две стадии и завершается за 10-12 мин. Исследование тепловых режимов прессования пластика показало, что процессы превращения компонентов древесины при повышенных давлениях прессования протекают с выделением экзотермического тепла в течение всего периода выдержки в пресс-форме.

Исследования проводились по методике, описанной в [1]. С этой целью предварительно была изготовлена серия таблеток из пресс-массы – древесных частиц определенного гранулометрического состава и влажности – диаметром 50 мм и массой 14 г. Режим таблетирования: температура  $20 \pm 3^\circ\text{C}$ , давление  $60 \pm 5$  МПа, время  $30 \pm 5$  с. Из данных таблеток последовательно прессовали образцы-диски между плоскопараллельными плитами при заданных режимах, и по толщине ( $h$ , мм) которых определяли показатель текучести, приведенный диаметр ( $D$ , мм):

$$D = 113 / \sqrt{h}$$

и рассчитывали предел текучести ( $\tau_{\text{сд}}$ , МПа) – сопротивление сдвигу материала при течении [2]:

$$\tau_{\text{сд}} = Qh / 2V \left[ 1 + \left( \sqrt{V/h} \right) / \left( 3\sqrt{\pi h} \right) \right],$$

где:  $Q$  – усилие прессования, 150 кН;  $V$  – объем образца-диска,  $10 \text{ см}^3$ ;  $h$  – толщина диска, мм.

Каждую серию из трех таблеток прогревали между нагретыми плоскопараллельными плитами пресса определенное время без давления. Каждую таблетку укладывали на нижнюю плиту, на которую одновременно по краям устанавливали опорные планки толщиной, равной толщине таблетки, и смыкали плиты пресса. После определенного времени выдержки (подогрева) плиты быстро размыкали, удаляли опорные планки и прессовали диск. Изменяя время выдержки при прогреве, определяли зависимость предела текучести от времени прогрева (образования пластика) при заданной температуре прессования (рис. 1). Каждая точка на кинетических кривых соответствует среднему значению трех образцов.

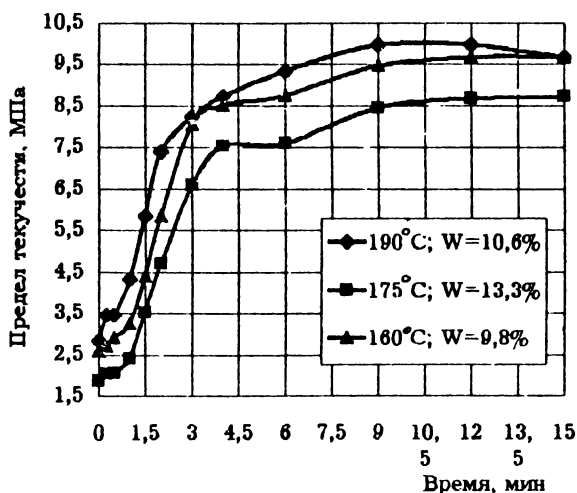


Рис. 1. Кинетика образования ДП-БС при влажности исходного материала W

Кинетические кривые показывают, что при температурах прессования 160 и 175°C наблюдается двухступенчатый режим превращения компонентов древесины: наличие двух точек перегиба. Первая точка соответствует времени 4 мин для обеих температур; вторая – 12 мин при 160°C и 9 мин при температуре 175°C. При температуре прессования 190°C первая точка перегиба равна 45 с, а вторая – 10 мин. Можно предположить, что первые точки перегиба на кинетических кривых определяют окончание процессов термо-

гидролитического распада компонентов древесины, а вторые – завершение определенной стадии структурообразования пластика.

Приведенные кривые также указывают на то, что на абсолютную величину предела текучести (сопротивление сдвигу)  $\tau_{сд}$  оказывает влияние исходная влажность пресс-массы: повышение влажности снижает значение  $\tau_{сд}$ . Уменьшение влажности исходного материала оказывает влияние на абсолютную величину сопротивления сдвигу. Так, при 160°C и влажности  $W=9,8\%$   $\tau_{сд}$  выше, чем при 175°C ( $W=13,3\%$ ).

В работах В.Н. Петри [3, с. 261] изучение процессов прессования лигноуглеводных пластиков (ЛУДП) показало, что при давлениях прессования 2,5-5,0 МПа после прогрева прессуемого пакета ЛУДП до температуры прессования температура внутри пластика становится выше температуры греющих плит. Однако в приведенных экспериментах прессование было ограничено временем выдержки не более 12 мин. Представляло интерес исследование тепловых режимов прессования древесного пластика без связующего при повышенных давлениях в замкнутой пресс-форме и длительной выдержке.

Изучение тепловых процессов, протекающих при образовании ДП-БС, проведено по методике [4] на трех видах цилиндрических образцов Ш55х14 мм, Ш110х25 мм и Ш30х60 мм. Термопарами измерялась температура в центре образцов, на границе материал - греющая поверхность и формы. Термограммы записывались шеститочечным потенциометром.

На образцах в виде таблеток Ш55х14 мм изучены тепловые процессы, протекающие в пластике без давления прессования при 160°C ( $W=9,4\%$ ), 175°C ( $W=14,3\%$ ) и 190°C ( $W=10,9\%$ ). Таблетка с установленными термопарами закладывалась между греющими плитами пресса. Давление на материал создавалось массой верхней греющей плиты. Высота образца определялась толщиной опорного кольца. Термограммы образования ДП-БС в данных условиях (рис. 2) показывают, что прогрев образцов до температуры 100°C происходит за 1 мин.

Вследствие процесса парообразования (прессование в открытой пресс-форме) дальнейший нагрев замедляется до удаления определенного количества исходной влаги. На продолжительность данного процесса оказывает влияние содержание исходной влаги. Так, при

160°C ( $W=9,4\%$ ) термограмма (кривая 1) смещена влево. При температурах плит 175°C и 190°C через 14 мин от начала процесса температура на границе материал – плита превышает температуру греющих плит соответственно на 4 и 8°C. Это указывает на экзотермический характер превращения компонентов древесины при образовании ДП-ВС.

Исследование тепловых процессов образования ДП-ВС под давлением проведено на образцах  $330 \times 60$  мм (рис. 3 - прессование в закрытой пресс-форме) и  $330 \times 25$  мм (рис. 4 - прессование в открытой пресс-форме: между греющими плитами). Особенностью прессования образцов  $330 \times 60$  мм было то, что после создания дав-

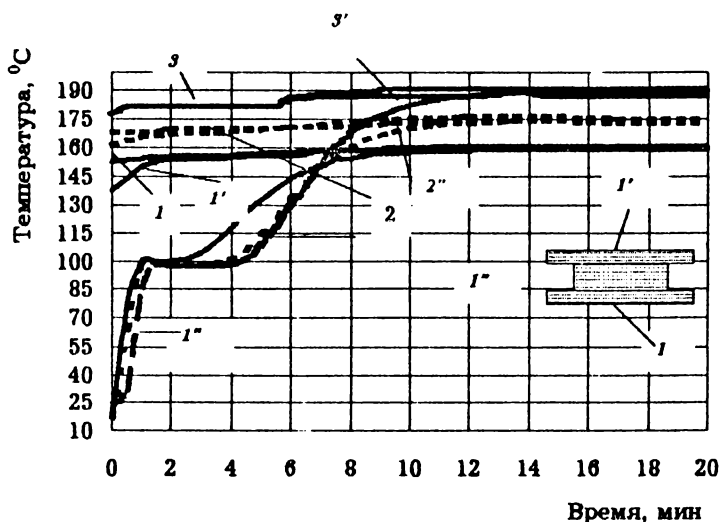


Рис. 2. Термограммы отверждения ДП-ВС без давления прессования при 160°C ( $W=9,4\%$ ; кр. 1), 175°C ( $W=14,3\%$ ; кр. 2), 190°C ( $W=10,9\%$ ; кр. 3): 1, 2, 3 – температура плит; 1', 2', 3' – температура на границе материал – плита; 1'', 2'', 3'' – температура в центре образца

ления прессования 100 МПа гидросистема пресса отключалась; давление в ходе эксперимента самопроизвольно снижалось до 50 МПа. Термограммы, снятые при температурах прессования 160°C ( $W=9,4\%$ ) и 175°C ( $W=14,3\%$ ), (рис. 3), показывают, что процессы превращения компонентов древесины под давлением при прессовании ДП-ВС происходят с выделением экзотермического тепла.

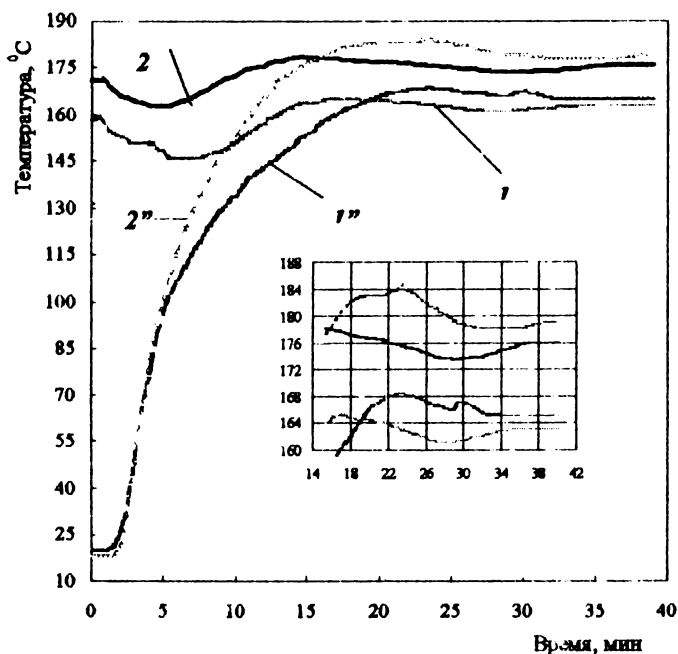


Рис. 3. Термограмма отверждения под давлением образцов  $\varnothing 30 \times 60$  мм при  $160^\circ\text{C}$  (кр. 1;  $W=9,4\%$ ) и  $175^\circ\text{C}$  (кр. 2,  $W=14,9\%$ ): 1,2 – температура пресс-формы; 1'', 2'' – температура центра образца

Постоянное превышение температуры в центре образца над температурой пресс-формы в течение всего периода выдержки под давлением указывает на то, что тепловыделения не заканчиваются на какой-то определенной стадии прессования. Очевидно, при длительной выдержке постоянно происходят процессы превращения компонентов древесины. Наличие пиков на температурных кривых образцов связано с тем, что при времени нагрева 23 мин (при температуре формы  $160^\circ\text{C}$ ) и 30 мин (при температуре формы  $175^\circ\text{C}$ ) давление было поднято снова до 100 МПа с последующим отключением гидросистемы пресса. Увеличение тепловыделений в момент подъема давления прессования показывает, что на процессы превращения компонентов древесины в закрытой пресс-форме существенное влияние оказывает давление прессования.

В следующей серии опытов по изучению тепловых процессов образования ДП-ВС, проведенных на образцах  $110 \times 25$  мм при  $160^\circ\text{C}$  ( $W=9,4\%$ ) и  $190^\circ\text{C}$  ( $W=10,9\%$ ), прессование происходило под давлением 30 МПа между греющими плитами прессы т.е. в открытой пресс-форме (рис. 4).

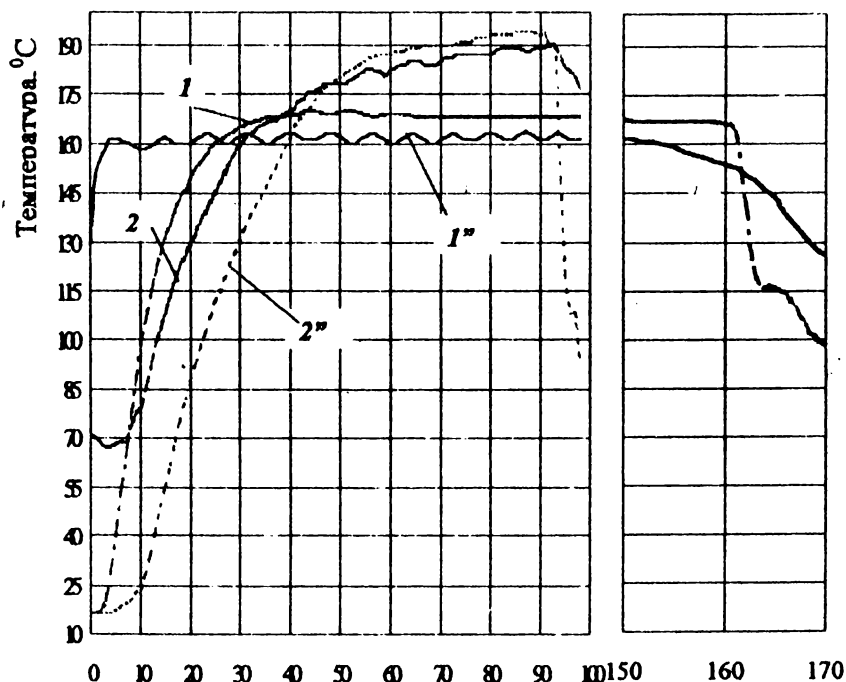


Рис. 4. Термограмма отверждения под давлением образцов  $110 \times 25$  мм при  $160^\circ\text{C}$  (кр.1;  $W=9,4\%$ ) и  $190^\circ\text{C}$  (кр. 2;  $W=10,9\%$ ): 1, 2 – температура греющих плит; 1'', 2'' – температура центра образца

Полученные термограммы также подтверждают, что процессы тепловыделений при превращении компонентов древесины протекают в течение всего периода выдержки пластика под давлением. После отключения обогрева плит и медленном снижении давления прессования с высокой скоростью происходит снижение температуры в прессуемом материале. Так, при температуре прессования  $160^\circ\text{C}$  после отключения гидросистемы произошло резкое падение

температуры в центре образца со 165°C до 115°C за 1,5 мин, а при температуре прессования 190°C температура в образце снизилась со 193°C до 100°C в течение 2 мин. Отпрессованные образцы при такой длительной выдержке по внешнему виду имели темно-коричневый цвет с присутствием черных пятен. При этом следует отметить, что при вышеуказанных давлениях прессования происходит значительный отжим смоляных веществ из древесины.

Представленные термограммы (рис. 3 и 4) дают основание говорить о том, что при выборе температурно-временного режима прессования пластика ДП-ВС в закрытых пресс-формах нет необходимости выдерживать его при температуре прессования длительное время. Очевидно, время выдержки в пресс-форме должно складываться из времени нагрева материала до температуры прессования и времени отверждения 10-12 мин (см. рис. 1), а затем производить охлаждение отпрессованного материала под давлением.

### Литература

1. Дедюхин В.Г., Мухин Н.М., Суслова О.Г. Исследование процесса отверждения МДП// Технология древесных плит и пластиков. Межвуз. сб. Свердловск, 1983. С. 81–84.
2. Ставров В.П., Дедюхин В.Г., Соколов А.Д. Технологические испытания реактопластов. М.: Химия, 1981. 248 с.
3. Плитные материалы и изделия из древесины и других одревеневших растительных остатков без добавления связующего/Под ред. В.Н. Петри. М.: Лесн. пром-сть, 1976. 360 с.
4. Мухин Н.М. Разработка технологии изготовления толстостенных изделий из стеклопластиков методом прессования: Дис. ... канд. техн. наук. Л.: ЛТИ им. Ленсовета. 1982.